

УДК 621.396.677.43

Я.Н. ЧЕПУРНЫЙ, гл. инж., Институт ионосферы, Харьков;
Г.М. ТИНЯКОВ, вед. инж.-электроник, Институт ионосферы, Харьков

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОМБИЧЕСКИХ АНТЕНН ИОНОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ “БАЗИС”

Проведено компьютерное моделирование ромбических антенн станции вертикального зондирования ионосферы “Базис” поддиапазонов 1 – 6 МГц и 5 – 20 МГц. Проанализированы полученные технические характеристики. Определена оптимальная частота переключения станции между антеннами двух поддиапазонов.

Ключевые слова: вертикальное зондирование ионосферы, ромбическая антенна, компьютерное моделирование.

Введение. Станция вертикального зондирования “Базис” входит в состав радара некогерентного рассеяния (НР) Института ионосферы и предназначена для исследования параметров ионосферы на высотах ниже максимума ионизации [1, 2]. Антенно-фидерное устройство (АФУ) станции состоит из двух приёмных и двух передающих ромбических антенн линейной поляризации. Функциональная схема АФУ приведена на рис. 1.

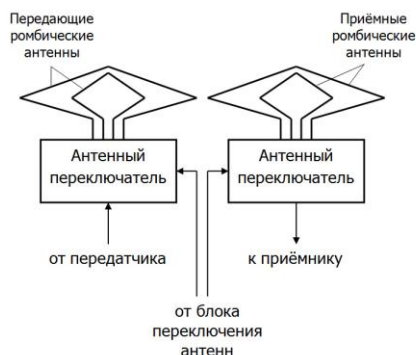


Рис. 1 – Функциональная схема АФУ станции “Базис”

Рабочий диапазон частот 1 – 20 МГц разбит на два поддиапазона: 1 – 6 МГц (большой ромб) и 5 – 20 МГц (малый ромб). Подключение антенн требуемого поддиапазона осуществляется электромеханическими антенными переключателями. Для увеличения развязки приём – передача приёмные и передающие антенны расположены в пространстве ортогонально. Пространственное расположение антенн приведено на рис. 2. Высота центральной мачты – 24 м. Четыре боковых мачты высотой 13.5 м

© Я.Н. Чепурный, Г.М. Тиняков, 2013

установлены на расстоянии 50 м от центральной. Длины сторон большого ромба – 51 м, малого – 22 м.

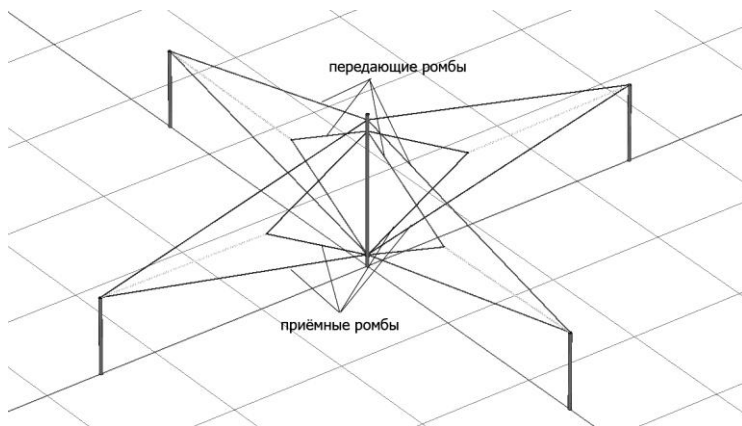


Рис. 2 – Пространственное расположение приёмных и передающих антенн

Подключение приемных и передающих фидеров осуществляется в нижней части ромбов с помощью симметрирующих устройств. В вершине каждого ромба установлено согласующее сопротивление номиналом 600 Ом.

Цель статьи – определение и анализ технических характеристик ромбических антенн двух поддиапазонов, выработка рекомендаций относительно частоты переключения станции с большой ромбической антенны на малую.

Моделирование ромбических антенн проводилось с помощью программы MMANA-GAL Basic, использующей метод моментов [3]. Большой и малый ромб моделировались отдельно. Материал проводов – медь, диаметр всех проводов 6 мм. Модели учитывают отражение от поверхности земли. Земля задана – “реальная”, диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 13$, проводимость $\sigma = 5$ мСм/м. Конструктивные размеры антенн в моделях соответствуют приведенным в документации, дополнительно проведены их контрольные замеры.

На рис. 3 приведены полученные в результате моделирования частотные зависимости коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) для большого и малого ромбов. КСВН определяется по отношению к волновому сопротивлению $W = 600$ Ом. Для большого ромба КСВН не превышает 2.6 в диапазоне частот 1 – 6 МГц, для малого – КСВН не превышает 1.92 на частотах 5 – 20 МГц. Волнообразный характер кривых КСВН связан с конструктивными размерами сторон большого и малого ромбов, а также влиянием отражений от поверхности земли.

На рис. 4 приведены частотные зависимости коэффициента усиления G большого и малого ромба. Видно, что усиление большого ромба не

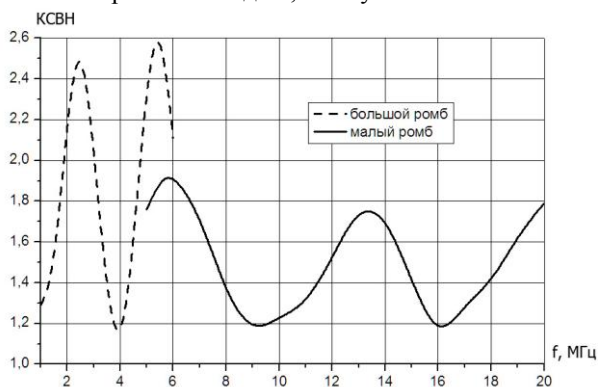


Рис. 3 – Частотная зависимость КСВН ромбических антенн станции “Базис”

превышает 5,5 дБ, а малого 8 дБ. На частоте 5 МГц коэффициенты усиления большого и малого ромбов равны, на участке от 5 до 6 МГц коэффициент усиления большого ромба резко снижается с 2 дБ до –5 дБ. Таким образом, целесообразно проводить переключение антенн с большого ромба на малый на частоте 5 МГц.

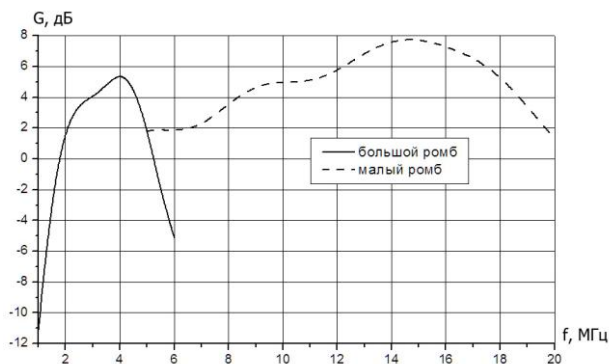


Рис. 4 – Частотная зависимость коэффициента усиления

На рис. 5 и 6 приведены трехмерные диаграммы направленности (ДН) большого и малого ромбов на ряде частот диапазона. Видно, что уменьшение коэффициента усиления в направлении зенита в верхней части каждого из поддиапазонов связано с возрастанием уровня боковых лепестков ДН. Боковые лепестки становятся существенными на частотах выше 4 МГц для большого и выше 12 МГц – для малого ромба.

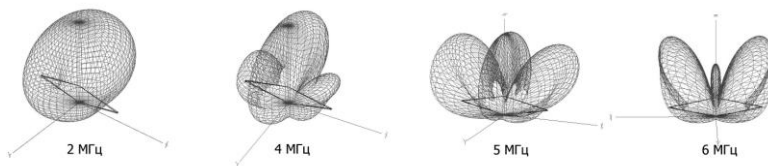


Рис. 5 – ДН антенны “большой ромб”

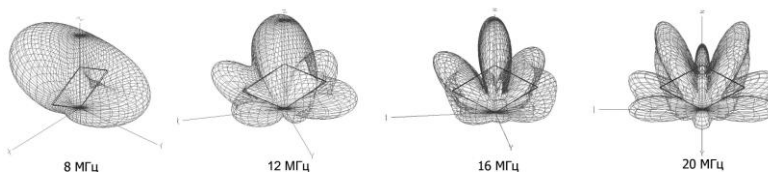


Рис. 6 – ДН антенны “малый ромб”

Выводы. Проведенное компьютерное моделирование позволило определить основные технические характеристики ромбических антенн станции “Базис”. Установлено, что оптимальная частота переключения антенн станции с большого ромба на малый ромб равна 5 МГц.

Список литературы: 1. В.Н. Лысенко, И.Б. Скляр. Перспективы применения ионозонда в составе радара некогерентного рассеяния Института ионосферы // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Радиофизика и ионосфера. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2004. – № 23. – С. 63 – 68. 2. В.В. Барабаш, И.Б. Скляр. Станция вертикального зондирования Института ионосферы. // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Автоматика и приборостроение. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2010. – № 23. – С. 7 – 12. 3. Гончаренко И.В. Антенны КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование. ММАНА - М.: ИП РадиоСофт, 2004 – 128 с.

Поступила в редколлегию 19.11.2013

УДК 621.396.677.43

Моделирование ромбических антенн ионосферной станции “Базис” / Я.Н. Чепурный, Г.М. Тиняков // Вісник НТУ “ХПІ”. Серія: Радіофізика та іоносфера. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2013. – № 33 (1066). – С. 25-28. Бібліогр.: 3 назв.

Проведено комп’ютерне моделювання ромбічних антен станції вертикального зондування іоносфери “Базис” піддіапазонів 1 – 6 МГц та 5 – 20 МГц. Проаналізовано отримані технічні характеристики. Визначена оптимальна частота перемикання станції між антенами двох піддіапазонів.

Ключові слова: вертикальне зондування іоносфери, ромбічна антена, комп’ютерне моделювання.

A computer simulation of the rhombic antennas of ionosonde “Basis” for operation in the subbands 1-6 MHz and 5-20 MHz was performed. The obtained antenna specifications were analyzed. The optimal frequency of switching between antennas for two subbands was evaluated.

Keywords: vertical sounding of the ionosphere, the rhombic antenna, computer simulation.